



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

FACULTAD DE INGENIERIAS

PROGRAMA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

DMI. RFBGsm

DISPOSITIVO DE MONITOREO INALÁMBRICO CON APLICACIÓN MOVIL  
PARA VARIABLES EN ENTORNOS INDUSTRIALES.

AUTOR:

HARRISON AGUIRRE GARCIA

PEREIRA

2018

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

DMI. RFBGsm

DISPOSITIVO DE MONITOREO INALÁMBRICO Y APLICACIÓN MÓVIL PARA  
VARIABLES EN ENTORNOS INDUSTRIALES.

PROGRAMA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

AUTOR:

HARRISON AGUIRRE GARCÍA

Proyecto de grado, requisito parcial para optar al título de:

Ingeniero Electricista

DIRECTOR

ALEXANDER MOLINA CABRERA

PEREIRA

2018

## DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a mi familia principalmente a mis padres alba Nubia García y Elguin Bernardo Aguirre, que con su ayuda y gran esfuerzo hicieron de mi una persona consiente e integra para lograr esta meta dando un gran paso en el camino de la vida; A demás a mi hermanos , primos y toda mi familia incluyendo mis amigos y conocidos que siempre me dieron un motivo y un aliento de vida para lograr cada sueño y sellar la meta con nuestro esfuerzo y disciplina.

Harrison Aguirre Garcia

## AGRADECIMIENTOS

En primer instancia agradecimientos a nuestro tutor Alexander Molina por su colaboración confianza durante el aprendizaje e implementación del DMI RFBGsm

Agradezco al Ingeniero Daniel Ipus por sus accesorias y herramientas brindadas que permitieron la implementación del proyecto siendo clave para el desarrollo del mismo, Al ingeniero Robinson Aguirre, compañeros, amigos y profesores que me brindaron ayuda con aclaración de dudas para el desarrollo del dispositivo DMI RFBGsm además de agradecer a todos los profesores de la faculta de ingeniería eléctrica y a toda la Universidad Tecnológica de Pereira por brindarme las bases para lograr ser obtener una formación profesional y logra ser de mí una mejor persona.

## Índices de contenidos.

**Dedicatoria..**

**Agradecimientos.**

**Índice de contenidos.**

Índice de figuras.....	7
Índice de tablas.....	8
Índice de anexo.....	8
<b>1. Introducción.....</b>	<b>9</b>
1.1. Planteamiento del problema.....	10
<b>1.2. Objetivos.....</b>	<b>11</b>
1.2.1. Objetivo general.....	11
1.2.2. Objetivos específicos.....	11
<b>1.3. Diseño metodológico.....</b>	<b>12</b>
<b>2. Estado del arte.....</b>	<b>13</b>
2.1. Protocolos de comunicación.....	14
2.2. Arquitectura de red.....	14
2.2.1. Topologías de red.....	15
2.2.2. Medio de transmisión de datos.....	15
2.2.3. Modo de transmisión de datos.....	16
2.3. Redes inalámbricas.....	18
2.3.1 redes inalámbricas de espacio personal (WPAN).....	18
2.4. Comunicación en microprocesadores.....	18
<b>3. Desarrollo del sistema de monitoreo inalámbrico DMI RFGsm.....</b>	<b>20</b>
3.1 Sensor de temperatura (LM-35).....	20
3.2. Elección de microprocesadores.....	21
3.2.1. Microprocesador Arduino MEGA.....	21
3.2.2. Microchip Arduino Atmega 328P.....	22
3.3. Tecnologías de comunicación Inalámbrica (RF).....	22
3.3.1. Módulo Radio Frecuencia NRF 2401.....	22
3.3.2. Módulo BLUETOOTH HC-06.....	23
3.3.3. Módulo GSM Sim800l.....	24

3.4. Diseño y construcción del sistemas de monitoreo.....	26
3.4.1. Diseño electrónico dispositivo de medición inalámbrica.....	27
3.4.1.1 Sistema de alimentación.....	27
3.4.2. Diseño electrónico plataforma de comunicación.....	31
3.4.2.1Sistema de alimentación.....	32
3.5. Diseño lógico de comunicación general.....	35
3. 5.1. Comunicación I2C Arduino Atmega maestro–esclavo.....	35
3. 5.2. Comunicación serial Mega–dispositivo móvil.....	35
3.6. Diseño y construcción Aplicación Android.....	36
3.8.1. Interfaz gráfica app inventor .....	36
3.8.2. Interfaz de programación app inventor.....	37
4. Resultados y pruebas.....	38
5. Conclusiones.....	42
6. Anexo.....	43
6.1. Diseño PBC.....	43
6.2. Códigos de programación Arduino.....	43
6.2.1. Código de programación para dispositivo de medición inalámbrica .....	43
6.2.2. Código de programación plataforma de comunicación.....	44
6.3. Aplicación Android.....	47
6.3.1. Código de programación.....	47
6.4. <b>Imágenes de pruebas sistema del monitoreo DMI RFBGms</b> .....	48
7. Bibliografía.....	<b>50</b>

## Índice de figuras.

Figura 1. Rango de trabajo de las redes inalámbricas. Pág. 18

Figura 2. Módulo LM-35. Pág. 20

Figura 3. Microprocesador Arduino MEGA. Pág. 21

Figura 4. Microchip Atmega 328P. Pág. 22

Figura 5. Esquema de pines Microchip. Pág. 22

Figura 6. Módulo NRF24L0. Pág. 23

Figura 7. Módulo Bluetooth HC-05. Pág. 24

Figura 8. Módulo Sim800L Gsm. Pág. 25

Figura 9. Esquema general del sistema integrado de monitoreo de variables en ambientes industriales “temperatura” (adaptable) .Pág.26

Figura 10. Pila 2600 mAh 3.7 V P Pág. 28

Figura 11. Cargador de batería. Pág. 28

Figura 12. Esquema gráfico de alimentación. Pág. 28

Figura 13. Conexión física de los elementos. Con su respectivo sistema de alimentación. Pág. .29

Figura 14. Módulo Pantalla LCD + Acoplador. Pág. .31

Figura 15. Esquemas de componentes inalámbricos con interfaz visual. Pág. 32

Figura 16. Fuente de poder Switchheada 120-12 V 20Amh. Pág. . 33

Figura 17. Módulo AMS1117 12V -3.3V. pág. 33

Figura 18. Adaptador 9v -1000 mA. Pág. 33

Figura 19. Esquema Red de alimentación plataforma de comunicación. Pág. 33

Figura 20. Diagrama de flujo de comunicación “DMI RFBGsm” general. Pág. 35

Figura 21. Interfaz web gráfica. Pág. 36

Figura 22. Interfaz web de programación. Pág. 37

Figura 21. Dispositivo de medición inalámbrica pág. 38

Figura 22. Plataforma de comunicación pág. 39

Figura.23 Aplicación android PCMI “wireless monitoring communication platform”. Pág. 39

Figura 24. Esquema general de comunicación pág. 40

Figura 25. Diagrama esquemático de conexión del ATMEGA 308 con el transmisor y demás elementos. Pág. 43

Figura 26. Código de programación. Android. Pag 47

Figura 27. Imágenes de las pruebas al sistema del monitoreo DMI RFBGms. Pag 49

Índice de tablas.

Tabla 1. Atmegat 328 Maestro. Pág. 30

Tabla 2 Arduino mega 2560 Maestro. Pág. 364

Índice de anexo.

Anexo 1. Diagrama esquemático de conexión del ATMEGA 308 con el transmisor y demás elementos. Pág. 43

Anexo 2 Código de programación para dispositivo de medición inalámbrica. Pág. 43 .

Anexo 3 Código de programación plataforma de comunicación. Pág. 44.

Anexo 4 Código de programación. Android. Pág. .47.

Anexo 5. Imágenes de las pruebas al sistema del monitoreo DMI RFBGms. Pág. 48.



# Capítulo I. INTRODUCCIÓN.

El presente trabajo describe el diseño y la construcción del dispositivo de monitoreo que “DMI RFBGsm” que permite la solución de comunicación inalámbrica en áreas industriales utilizando una conexión basada en protocolos de red inalámbricas tipo (WPAN) utilizando una red de punto a multipunto.

Gracias a su diseño el modulo ofrece dos esquema de observación, permite visualizar gracias a una aplicación Android, y comunicación MSM a través de la red móvil.

Se muestra una breve reseña sobre la arquitectura de comunicación inalámbrica , y la importancia de contribuir a nuevas vías de comunicación acoplando sistemas embebidos en este caso tarjetas y microprocesadores de la serie ARDUINO que debido a su bajo costo permite una solución real y eficiente para la innovación de dispositivos de monitoreo inalámbrico.

Fusionar el proceso lógico de comunicación para el desarrollo de esquemas de monitoreo desde el elemento sensor hasta el observador por medio del hardware de ARDUINO es uno de los temas a tratar, pues cada módulo de comunicación inalámbrica permite el uso de técnicas de comunicación (SPI, SERIAL) con el procesamiento del sistema embebido.

Un preámbulo sobre el trabajo realizado, está ligado a los protocolos de comunicación inalámbricos que gracias a sus beneficios permiten una integración con el área industrial, comercial, residencia, transporte etc.

Por ejemplo como en esta aplicación se logra crear una infraestructura de red para lograr capturar datos de la variable censada (temperatura es una de las e numerables variables que podrían existir, por ejemplo: corriente, voltaje caudal, presión , húmeda torque etc.), procesarlo en un esquema lógico de comunicación y transmitirlos al elemento presentador. De esta manera logrando identificar condiciones, estados, fallas además de fortalecer el desempeño de las instalaciones y equipos.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El desarrollar soluciones y diseños para proteger y elevar el nivel de vida de las personas cuando se encuentran desempeñando labores en zonas del sector eléctrico, petrolero, gasoducto etc., ha permitido la innovación de dispositivos que ofrecen beneficios a las instalaciones y equipos donde se incluyen las tecnologías y sistemas de comunicación inalámbricas (WPAN) volviendo más eficiente la infraestructura industrial y el rendimientos de los operarios.

Las redes inalámbricas privadas son de uso potencia industrial y se pueden usar para construir una base altamente confiable, segura, manejable y escalable que cumpla con el rendimiento y la capacidad requeridos para una o varias aplicaciones. Ninguna tecnología inalámbrica puede cumplir todos los requisitos para los entornos ambientales. Por lo tanto, ofrecer una tecnologías de red: comunicaciones inalámbricas de banda ancha, punto a punto / punto a multipunto, malla de banda estrecha y celular, que pueden mezclarse y combinarse para construir redes inalámbricas de banda ancha optimizadas para cada situación en áreas de producción remotas a sus centros de control. Los productos inalámbricos son de gran benéfico para la administración si se integra una red fuerte mediante una plataforma con buena cobertura de red.

En la bibliografía se referencia proyectos de aplicaciones que utilizan los protocolos de comunicación que interactúan con las personas para cumplir debidamente los proceso industrializados.

Una de las cualidades del uso de estas tecnología es el costo de la implementación de estos elementos pues disponer y actualizar máquinas de forma eficiente donde las condiciones de operación oscilan alrededor del costo vs beneficio podría llevar a elegir entre remodelar totalmente una instalación, compra de un equipo más moderno, o asumir el costo de la modernización, como pregunta objetivo se podría definir: ¿ será posible a través de la implementación de un sensor y módulos de comunicación inalámbricas acoplar un dispositivo de monitoreo con precisión y rapidez en cualquier lugar e instante de tiempo ?

Con esta tesis se pretende diseñar y construir un dispositivo con un esquema lógico de comunicación punto a multipunto que implementa los protocolos de comunicación (WPAN, ) y permite observar la variable censada en cualquier lugar e instante de tiempo  $t_s$ .

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo general**

Diseñar y construir un dispositivo de monitoreo inalámbrico con aplicación móvil para censar variables físicas en ambientes industriales.

Objetivos específicos

- Diseñar y construir el esquema lógico de comunicación.
- Diseñar y construir dispositivo para la adquisición, procesamiento y transmisión de la variable censada
- Diseñar y construir plataforma de comunicación entre el dispositivo de acondicionamiento y el dispositivo Móvil.
- Diseñar y construir aplicación Android.

### 1.3. DISEÑO METODOLOGICO.

Con el fin de responder al carácter investigativo del proyecto, además de alcanzar los objetivos y comprobar la veracidad del planteamiento del mismo, se tendrá una metodología teórico – experimental implementada en cada una de las etapas del proyecto, además del uso de la programación y experimentación para resolver los problemas de comunicación técnicos que puedan dificultar el logro de los objetivos.

El proyecto de investigación se llevara a cabo en fases que delimitan y especifican cada una de las actividades a desarrollar.

Fase I: “*Estudio de las técnicas a emplear*” En esta fase se desarrollará una recopilación de información, estudio de material académico, libros, artículos, especializados para obtener las primeras aproximaciones a la implementación deseada.

Fase II: “*Construcción de los dispositivos*”. En esta fase se construirán los dispositivos que permiten realizar la comunicación necesaria para observar la variable deseada utilizando los protocolos de comunicación (WPAN para ) poder garantizar un adecuado desempeño.

Fase III: “*Implementación de las técnicas telemétricas*”, en esta etapa se diseñara e implementaran las técnicas de comunicación necesaria que permite los sistemas embebidos como ARDUINO para lograr los objetivos propuestos. Al tener los conceptos teóricos de la fase I, se puede resolver problemas y general distintas combinaciones de las técnicas propuestas para lograr un mejor desempeño en esquema de comunicación.

Fase IV: “*Pruebas del dispositivo*”. En esta fase se integran ambos dispositivos para realizar pruebas de operación utilizando un Smartphone como elemento observador, se escoge un ambiente industrial estable para medición de la temperatura, se procederá el acondicionamiento necesario para energizar el dispositivo de estas manera se pone en funcionamiento el sistema de monitoreo. Observando en presentador (Smartphone) la variable monitoreada desde cualquier lugar e instante de tiempo  $t_s$  con rapidez y eficiencia.

Fase V: Presentación de dispositivo. En esta última fase se presentara el documento final a la comunidad en general.

## Capítulo II. ESTADO DEL ARTE.

Con el pasar de los años las comunicaciones inalámbricas se han vuelto una manera eficiente y adecuada para la transmisión de datos, hoy en día las industrias que contienen instalaciones productivas remotas como sectores petroleros, gaseoductos utilizan sistemas de monitoreo inalámbrico basados en diversos protocolos de comunicación para brindar seguridad y protección al sistema. [1]-[10]

Atendiendo a la recomendación que hace la IEEE 802.11 estándar, los dispositivos inalámbricos desempeñan un papel muy importante en esta ronda de actualización y transformación industrial. El desafío actual es encontrar las aplicaciones adecuadas para los desarrollos y aumentar las capacidades de los sistemas de comunicación para extenderlos a nuevas aplicaciones. [2]- [3]

Los sistema de monitoreo permite el control de las condiciones para realizar accione de supervisión y acción de control esto permite brindar seguridad y soporte al sistema si se provocan eventos no programados.

La comunicación inalámbrica abre nuevas posibilidad para unidades móviles integrando equipos e instalaciones industriales basadas en la transferencia de datos para diversas topologías de red. La RF basada en frecuencias de 2.4 GHz, permite circuitos de transmisión y recepción que cumplen con la calidad y cobertura. [7] -[8]

Actualmente el desarrollo industrial en los sistemas de monitoreo, son resultados del trabajo conjunto de áreas de la ingeniera de telecomunicación, electrónica, protocolos de comunicación, ingeniería de software e inteligencia.

La tendencia de los diferente protocolos de comunicación se orientan para crear industrias y edificios con instalaciones y equipos inteligentes, capaces de desplegarse en una red de comunicación adoptando mejores índices para el desarrollo, proporcionando una herramienta necesaria para la integración global, la industria de hoy proporciona dispositivos de monitoreo basados en protocolos de comunicación permitiendo un mercado que orienta la transformación pequeña, media y grandes industrias a comenzar a hacer parte de nuevas y mejores formas de transmitir información por comunicación inalámbrica. [4]-[14].

En los últimos años el principal objetivo de la investigación en el área de las tecnologías de comunicación inalámbricas es realizar una integración de dispositivos inteligentes que permitan realizar un manejo de la comunicación en áreas de desarrollo aprovechando las tecnologías como celulares, Tablet y otros dispositivos que permitan acople al sistema de monitoreo.

## **2.1. Protocolos de comunicación**

En la industria una vez se tengan datos adquiridos de forma adecuada se debe implementar un protocolo de comunicación que permita que los datos se transmitan y se almacenen de manera correcta, y que puedan usarse para todo tipo de plataforma de comunicación. Hoy en día los protocolos de comunicación son el complemento en el sector industrial para establecer el orden a nivel informático. [13] [15]

La IEEE ha formado parte del desarrollo e integración de las comunicaciones inalámbrica, dando un lugar en la organización con estándares que permiten la integración de diversas tecnologías para lograr la comunicación entre dispositivos y se puedan integrar para trabajar juntas. [9]

## **2.2. Arquitectura de red.**

Los protocolos de comunicación permiten definir una arquitectura permitiendo la conexión de dos dispositivos que se encuentre ubicados en diferente distancia del área de perimétrica: [12].

Existen tres arquitecturas básicas:

**Maestro – Esclavo:** consiste en un nodo que inicia y controla la acción de otro nodo o más dispositivos.

**Cliente - Servidor:** Son servidores dedicados a dar soporte a clientes conectados a ellos. Alto desempeño, la seguridad o prioridad.

**Peer-to-peer (P2P):** No existen servidores de control ni existen jerarquías: entre nodos. Cada dispositivo actúa como un cliente y servidor a la vez no hay administrador responsable de la red completa. La seguridad no es una prioridad. decrementan el desempeño en función de la operación y el número de usuarios.

### **2.2.1. Topologías de red de comunicación.**

Una topología de red varía de acuerdo al ambiente esto acondiciona la forma de interconectar cada uno de los puntos de un sistema de comunicación permitiendo establecer topologías jerárquicas.

El mercado dispone de diferentes topologías básicas, donde se pueden dar aunque sistemas híbridos entre estos.

Topología bus: una de las topologías más usadas debido a las estaciones conectadas a un centro principal. Esta topología tiene un comportamiento pasivo y está basada en la contención de datos.

Topología de estrella: las estaciones estarán conectadas a un concentrador o conmutador de paquetes

Topología de anillo: esta topología mueve la información en una dirección dentro de un anillo circular. Se considera topología activa ya que las estaciones retransmiten la información.

Topología de malla: las topologías en malla utilizan conexiones redundantes para estrategia de tolerancia a cada elemento que se encuentra conectado a todos. Es más costosa de implementar, pero asegura la continuidad de la operación topología de árbol: Es una topología jerárquica. Similar a la topología en estrella, pero emplea un troncal para la interconexión entre niveles.

### **2.2.2. Medio para la transmisión de datos.**

Para la transmisión de datos se usan medios de conexión estos se pueden clasificarse en dos tipos, medio guiado que es método de cableado, y medio no guiado que hace referencia a comunicaciones inalámbricas en uso de las ondas magnéticas. [14]-[15]

Medios guiados: Medios que confinan la señal a un medio en particular.

- Cable par trenzado (1 MHz).
- Cable coaxial (100 MHz).

- Guía de onda (microondas) (GHz).
- Fibra óptica (THz).

Medios no guiados: transmisión por medio de ondas electromagnéticas de antena a antena.

- Ondas electromagnéticas ( nivel de kHz ).
- Atmosfera.
- Espacio.

El medio de transmisión y recepción de datos utilizados en la implementación del sistema de monitoreo es totalmente no guiado, es decir todo se realiza a través de bus de datos.

### **2.2.3. Modo de transmisión de datos.**

Los modos de transmisión de datos son una forma de caracterizar la transmisión de información dada entre dos o más dispositivos en un sistema de comunicaciones y depende básicamente de la dirección dada entre los intercambios y de la sincronización entre los buses (Tx). y (Rx).

Los modos de transmisión de datos son los siguientes:

- Simplex (SX): Existe una comunicación unidireccional. dada en la estación de un sistema que puede ser Tx. o Rx, pero no ambos. Como ejemplo Tv, La radio.
- Semiduplex (HDX - Half Duplex): Es aquella comunicación en donde la transmisión se puede hacer en dos direcciones, pero no al mismo tiempo. Tanto para transmitir (Tx) como para recibir (Rx). Los datos comparten una misma frecuencia. Un nodo puede enviar o recibir información ejemplo: Los sistemas de radios de dos vías, radios para comunicación .
- Dúplex total (FDX - Full Duplex): en el modo dúplex pueden existir transmisiones en dos direcciones al mismo tiempo. Se conocen también como sistemas simultáneos de dos direcciones Existen dos frecuencias, por lo que un nodo puede recibir y



transmitir al mismo tiempo. Ejemplo: Enlaces internet wifi.

- Dúplex total-general (F/FDX - Full/Full Duplex): Es posible transmitir y recibir de forma simultánea, pero no necesariamente entre las mismas estaciones. Ejemplo: Celdas de telefonía celular.

El modo de transmisión de datos implementado en el proyecto es una comunicación Semiduplex, ya que nuestros datos se transmiten y se reciben datos por el mismo bus de este modo primero se coordina la transmisión de información y posteriormente se coordina la recepción adecuada de los datos.

### **2.3. Redes inalámbricas.**

Con la innovación de nuevas tecnologías para transferencia de datos de manera fiable e inalámbrica el desarrollo industrial ha construido diversas tecnologías que permiten comunicación periférica con alcance que va desde 1 cm hasta kilómetro de distancia

Hoy en día los dispositivos móviles cuentan con una variedad de aplicación y protocolos de comunicación permitiendo conectarse a diversas redes de comunicación y acoplarse con otros dispositivos, actualmente el mercado de comunicaciones inalámbricas ha tenido un enorme crecimiento en la última década. [11]

Las redes inalámbricas privadas se pueden usar para construir una base altamente confiable, segura, manejable y escalable que cumpla con el rendimiento y la capacidad requeridos para una o varias aplicaciones. Ninguna tecnología inalámbrica puede cumplir todos los requisitos para los clientes en todos los entornos. Por lo tanto, ofrecer una tecnologías de red: comunicaciones inalámbricas de banda ancha, punto a punto / punto a multipunto, malla de banda estrecha y celular, que pueden mezclarse y combinarse para construir redes inalámbricas de banda ancha optimizadas para cada situación en áreas industriales, urbanas, áreas suburbanas y rurales. Los productos inalámbricos pueden coexistir y la administración se agrega mediante una plataforma de gestión de red de clase empresarial, que proporciona una amplia visibilidad de la red y simplifica operaciones y solución de problemas. [17].

### 2.3.1. Redes inalámbricas de espacio personal. (WPAN)

Una red de área personal permiten dar soluciones a la comunicación de forma inalámbrica, esto permiten que sea integrada cada vez con más frecuencia dentro del entorno industrial [5].

Hoy en día estas redes forman parte de la estructura global permitiendo transmisiones con calidad dentro de las soluciones de sistemas o redes inalámbricas. La ventaja de las comunicaciones inalámbricas es transmitir dentro de la cobertura establecida, esta tecnología permite cambiar la forma de comunicación cableada.

Dentro de las tecnologías más usadas en los sistemas que integran una red inalámbrica e área personal está el protocolo de comunicación de radio frecuencia (Bluetooth) [16].

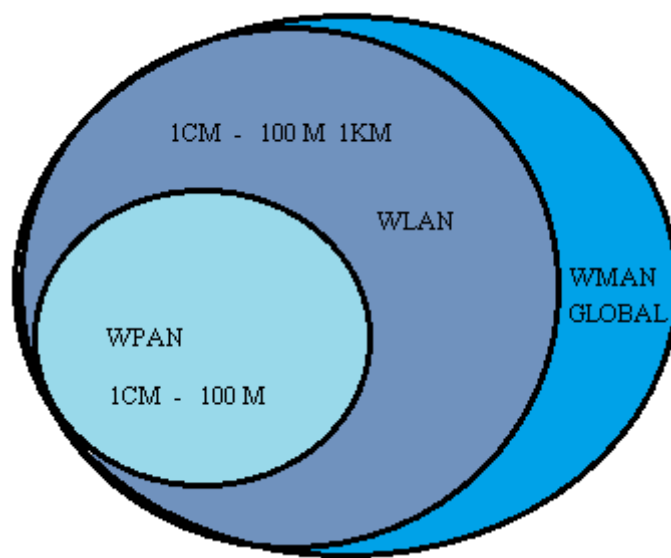


Figura 1. Rango de trabajo de las redes inalámbricas WPAN.

### 2.4. Comunicación en microprocesadores.

Los protocolos de comunicaciones en los sistemas embebidos como los microprocesadores de la serie Arduino cuentan con formas adecuadas para implementar algún protocolo de comunicación que permita transmitir de manera correcta y segura los datos. Dentro de la comunicación en los dispositivos Arduino tenemos diferentes tipos de comunicación. La comunicación implementada en el proyecto esta desarrollado bajo la comunicación I2C, SERIAL Arduino. Maestro esclavo

I2C ( Inter-Integrated Circuit )es un protocolo que permite síncrono , usa como conexión dos cables, uno para la opción reloj (SCL) y otro para la opción dato (SDA). Esto permite acoplar la información por un canal o bus de comunicación entre dos dispositivos con una estructura jerarquía maestro esclavo.

SDA (data linea).

SCL: (clock reloj);

GND: (earth)

SPI ((Serial Peripheral Interface) Es un protocolo estándar de comunicación que utiliza circuitos integrados como equipos electrónicos para transferencia de datos, el bus de interfaz de periféricos SERIE o bus SPI permite controlar casi cualquier dispositivo electrónico digital que permita un flujo de bits serie regulado por un reloj utilizando comunicación síncrona.

Este protocolo permite una jerarquía de red maestro (MOSI) –esclavo (MISO), donde el maestro envía la señal de reloj (SCK), y tras cada escalón o pulso de reloj envía un bit al esclavo, para controlar más elementos esclavo es preciso utilizar selección de esclavos.

MOSI (Master Output Slave Input)

MISO (Master In Slave Out)

SCK (Señal de reloj)

## Capítulo III. DESARROLLO DEL SISTEMA DE MONITOREO INALAMBRICO DMI RFBGsm

En este capítulo se presenta los elementos y acondicionamiento necesarios para la integración del dispositivo “DMI RFBGsm”.

### 3.1 Sensor de temperatura (LM-35)

La medición de la variable se hace a través de un dispositivo captador (sensor) que a partir de la energía del medio donde se mide, y entregue una señal de salida, que es función de la variable medida. Este elemento sensor entregara una señal para ser acondicionada y posteriormente procesada.

En el uso de los sistemas de monitoreo y control en ambientes industriales se usan una gran variedad de sensores que miden distintas magnitudes. Los que más se utilizan son los orientados a medir temperatura, húmeda, presión etc, transformando señales análogas como en nuestra aplicación “TEMPERATURA” a una señal eléctrica para realizar el acondicionamiento necesario a través del sistema embebido ARDUINO y poderla transmitir a la elemento observador.



Figura 2. Módulo LM-35

Este sensor proporciona una medida que corresponde a una señal eléctrica la cual es administrada por el dispositivo de acondicionamiento.

### 3.2. Elección de microprocesadores.

Para la elección de los elementos que tendrán que procesar toda la información, adecuarla y permitan crear una red de comunicación privada dando posibilidad a recrear un red de área personal inalámbrica WPAN se dará mediante los microprocesadores de la serie ARDUINO además de su bajo costo y consumo energético. La serie ARDUINO cuenta con una variedad de productos que integran un software de programación libre permitiendo ser acoplados con otros dispositivos como PC, PLC, Mp, Mc, DSP para realizar diseño y aportar a innovaciones en el área de la telecomunicación.

Para desarrollo del proyecto se trabaja con el chip Atmega 308. Comunicación Maestro-Esclavo con el Arduino MEGA 2560 (Ambos de la serie ARDUINO).

#### 3.2.1. Microprocesador Arduino MEGA 2560

El Arduino Mega 2560 es un microprocesador basado en una placa electrónica con 54 pines distribuido dentro de cada formato y función contiene una conexión para su fuente de energía, conexión a cable de datos. Las placas no contiene el nivel necesario para emplearse como sistema de alimentación ante elementos que necesiten un nivel de potencia alto, para nuestro sistema monitoreo se diseñara la red de alimentación para los elementos que integran cada microprocesador.



Figura 3. Microprocesador Arduino MEGA

Alguno de lo pines que se nombran en el sistemas de comunicación como el I2C son utilizados en desarrollo del sistemas de monitoreo.

### 2.2.3. Microchip Arduino Atmega 328P

El ATmega328p es un chip micro controlador creado por Atmel y pertenece a la serie ARDUINO este chip permite implementar diseños en circuitos impresos. (PCB) (Pirnter Circuit Board). Con mayor facilidad y de recrear dispositivos autónomos.



Figura 4. Microchip Atmega 328P

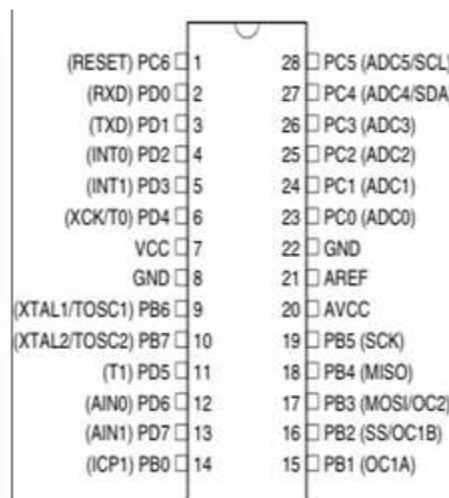


Figura 5. Esquema de pines Microchip  
Atmega 308p

Fuente Arduino. (Ardunimo Mega 2560 [en línea]. Arduino Atmega 308p) Disponible en Web:<https://www.arduino.cc/en/uploads/Main/ArduniMega2560.Front.jpg>

### 3.3. Tecnologías de comunicación Inalámbrica (RF)

El desarrollo del sistema de monitoreo se utilizar tres tecnologías para la implantación dela red inalámbrica.

#### 3.3.1. Modulo Radio Frecuencia NRF 2401.

El módulo RF NRF 2401 es un elemento ligero de bajo consumo y trabaja a frecuencias libres de (2.4 GHz) es ideal para proyectos de telemetría, control de periféricos, sistemas de comunicación a pequeñas distancias a nivel industria y afines.

Los módulos NRF2401 son el primer enlace inalámbrico utilizando en el desarrollo del proyecto este módulo que funciona unidireccionalmente puede generar red privada de comunicación con topología maestro- esclavo, si está programado con otro elemento idéntico, este módulo permite establecer una red de comunicación de corto alcance pero cumple con las características para conformar una red WPAN .

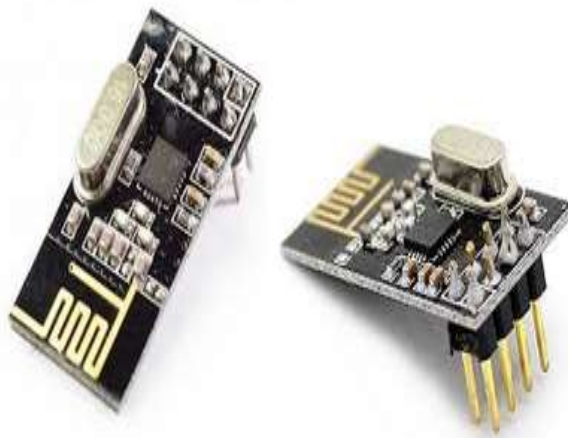


Figura 6. Módulo NRF24L01

Este módulo cuenta con los pines MISO, MOSI, SCK, CE, CNS, IRQ, GND, VCC (3.3 v).

### **3.3.2. Modulo Radio Frecuencia BLUETOOTH CH - 05**

Los módulos bluetooth tiene su protocolo estándar de comunicaciones inalámbricas IEEE 802.15. El desarrollo de esta tecnología basada en el uso de la radio frecuencia, de bajo costo y bajo consumo energético. Provoco las primeras redes Wireless Personal Área (WPAN), y establecer globalmente una alternativa básica de comunicación para cada nuevo producto electrónico industrial, comercial, residencial. Bluetooth puede utilizarse en una gran cantidad de situación estableciendo conexiones entre dos terminales móviles inteligentes como pueden ser una PDA o teléfono móvil.

Se observara como el protocolo Bluetooth es usado a menudo entre dispositivos móviles, hoy en día el mercado contribuye a que cada dispositivo electrónico conlleve integrado un módulo o protocolo de comunicación para la transmisión o recepción de datos, los dispositivos móvil son un claro ejemplo de ello. Aunque en los últimos años ya son establecidos en electrodoméstico, autos, casa inteligentes, etc.

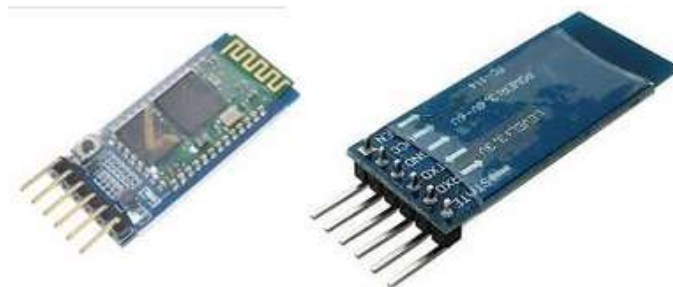


Figura 7. Modulo Bluetooth HC-05.

Este módulo cuenta con los pines TX, RX, GND, VCC (3.3v).

### 3.3.3. Módulo GSM Sim800L.

El módulo Gsm permite usar la red de telefonía móvil para hacer uso de los paquete de datos del operador como son MSM o voz, teniendo en cuenta con el avance de la tecnología hoy en día existe variedades de generación Gsm, cada red incorpora una mejor comunicación y velocidad con la transferencia de datos, el módulo Sim800L (Gsm) permite realizar una integración con los sistema embebido para trasmitir o receptar señales proveniente de un dispositivo móvil o viceversa. El uso de este elemento permite transmitir con diferentes coberturas de red debido a la variedad de prestadores de redes de comunicación como (Claro, Movistar, Tigo) gracias a su banda compatible, En Colombia no existe ningún inconveniente para el desarrollo de proyectos utilizando este módulo Gsm

Algunos Proveedores bloquean números IMEI que no fueron proporcionados dentro de su canal de ventas. En este caso será necesario contactar el Proveedor e indicarle el IMEI de su Módulo SIM800L para su aceptación en su Red en Colombia el servicio del proveedor de servicio celular no bloquea el número, pero en la mayoría no permite el uso de paquetes de datos como por ejemplo MSN elegidos.



El modulo puede no solo ejercer como red de comunicación Gsm, si que provee otro beneficio como el GPRS entre dos máquinas en dos lugares remotos para la red móvil.

Este módulo cuenta con los pines TX, RX, RESET, GND, VCC (3.7 v-4.2v)



Figura 8. Módulo Sim800L Gsm

Para permitir operar el Módulo SIM800L es necesario suministrar energía eléctrica con una fuente adicional (como minimo de 2A) conectada al Módulo SIM800L (debe ser de 3,7 a 4,2 VDC, en desarrollo del dispositivo existirá una red de carga para suministrar el modulo

### 3.4. Diseño y construcción del sistemas de monitoreo

Una manera de poder ilustrar la estructura y proceso del dispositivo de monitoreo se puede dar por medio de un diagrama de bloques que permite describir en forma general el funcionamiento de cada una de las etapas del sistema DMI. RFBGsms

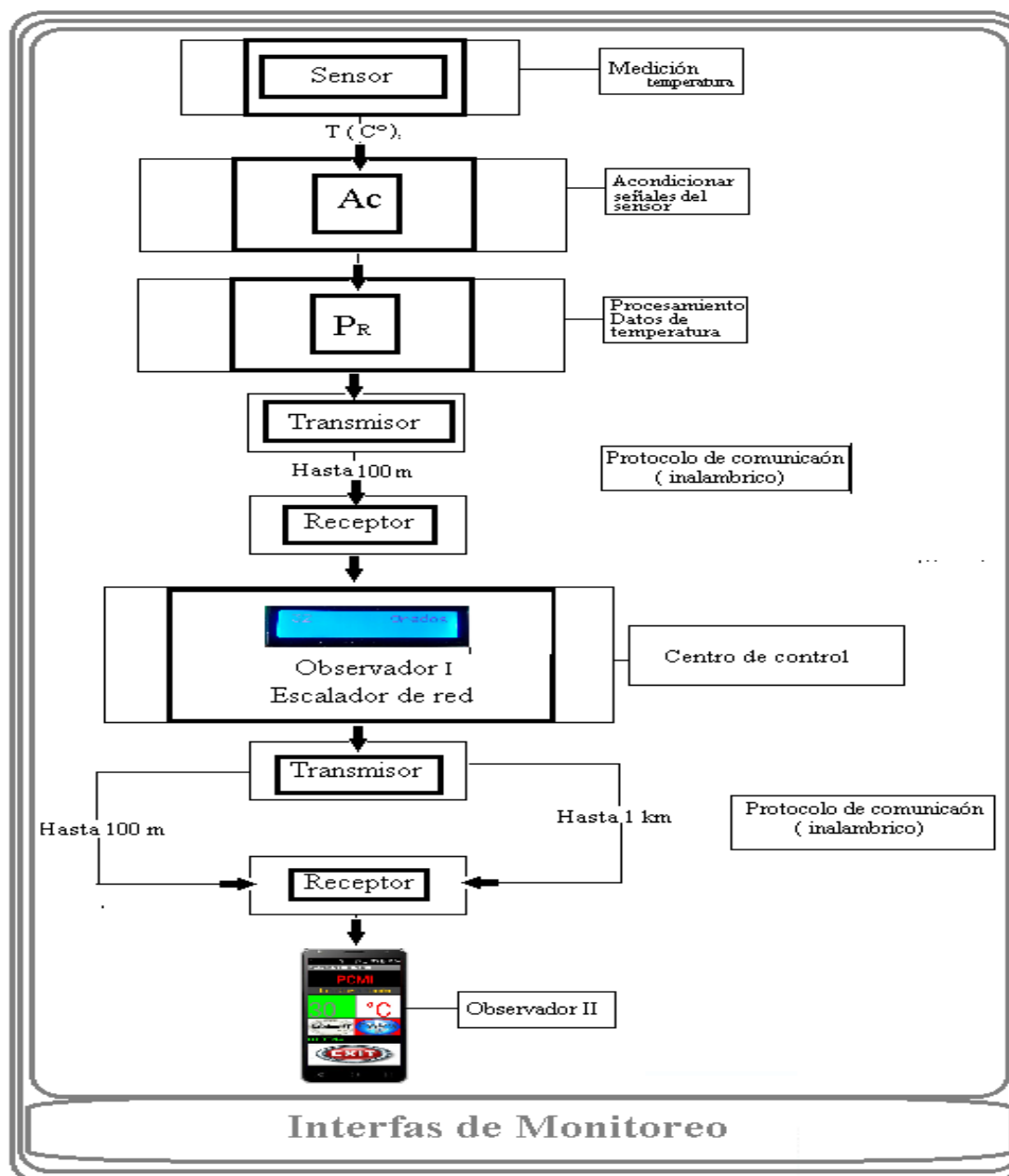


Figura 9. Esquema general del sistema integrado de monitoreo de variables en ambientes industriales “temperatura” (adaptable) .Pág. .27

Una vez hemos determinado la variable a monitorear se procede a diseñar un prototipo para cada dispositivo de nuestro sistema de monitoreo con su respectiva programación e implementación física por último se realiza una aplicación Android para dispositivos móvil.

El sistema está compuesto por dos estaciones , una permitirá el acondicionamiento de la variable censada y la otra permite el control lógico de comunicación para la transmisión de datos de forma inalámbrica al dispositivo móvil.

### **3.4.1. Diseño electrónico dispositivo de medición inalámbrica**

Este dispositivo permite acondicionar procesar y transmitir la señal tomada por el sensor. Para la conexión de cada elemento se diseña un circuito impreso (PCB) ver figura 8. ( Pirnter Circuit Board) circuito impreso y ruteada para los elementos y sistema de alimentación ver figura

Los siguientes elementos integran el dispositivo.

Sensor de temperatura (LM-35) Medición de variable:

Microchip Atmega 328P:

Modulo Radio Frecuencia NRF 2401

Modo Emisor: estructura de comunicación Maestro - Esclavo

Sistema de alimentación

#### **3.4.1.1 Sistema de alimentación**

El sistema de alimentación está diseñado independiente de la red eléctrica, el dispositivo lo integra una unidad de carga para la bacteria permitiendo que el dispositivo sea de fácil implementación. Los elementos que conformar el sistema de potencia fueron escogidos por tres factores importantes para el diseño del dispositivo de toma de datos.

- Bajo costo
- Posibilidad de recarga
- Fácil de integrar a la plataforma.



Figura 10. Pila 2600 mAh 3.7 V



Figura 11. Cargador de batería

La siguiente figura muestra el esquema de alimentación que se diseñó para el sistema de acondicionamiento del dispositivo de toma de datos.

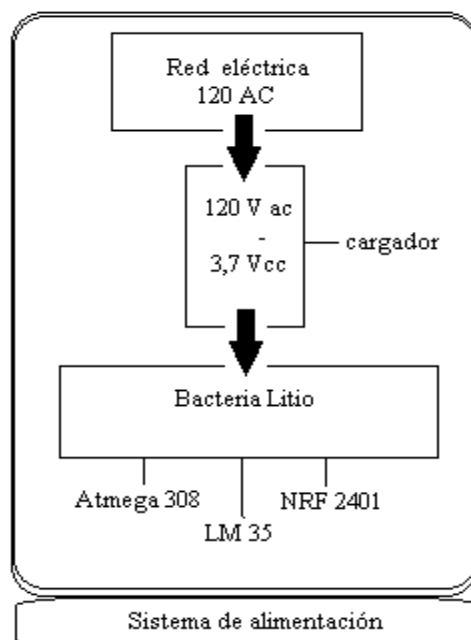


Figura 12. Esquema gráfico de alimentación.

Se muestra la conexión física de los elementos que componen el dispositivo con su respectivo sistema de alimentación , el diseño del circuito impreso (PCB) se encuentra los anexos ver figura

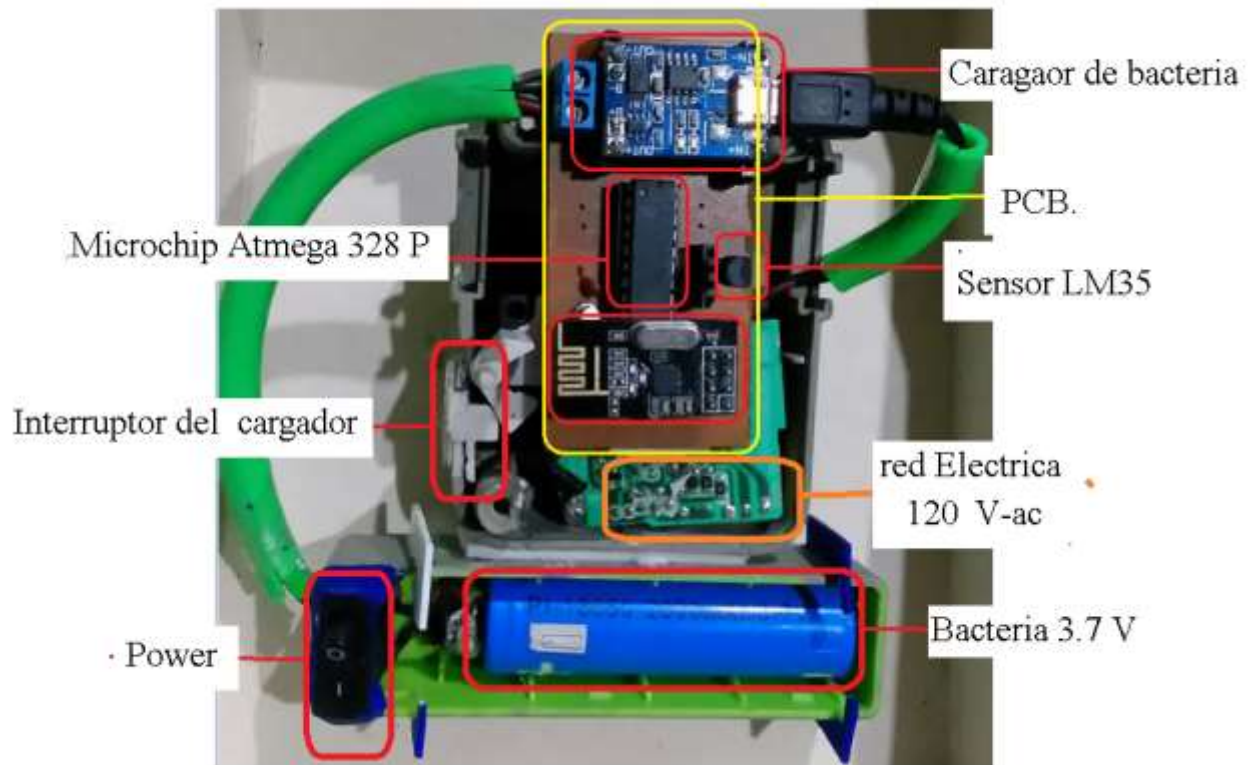


Figura 13. Conexión física de los elementos. con su respectivo sistema de alimentación.

Se presenta las conexiones de pines al Chip Atmega 328 en la siguiente tabla.

Arduino Atmega 328 Arduino			
Pin	Descripción	Pin	Descripción
1	(RESET) PC6	23	PC0(ADC0) conexión con sensor LM35 analog out
7	Vcc		
8	GND		
12	(AIN0)PD6 Conexión para comunicación cristal		
13	AIN1)PD7 Conexión para comunicación cristal		
15	PB1 (OC1A) Conexión CE NRF24L01 IC2		
16	PB2 (SS/OC1B) Conexión CSN NRF24L01 IC2		
17	PB3 (MOSI/OC2) Conexión MOSI NRF24L01 IC2		
18	PB4 (MISO) Conexión MOSI NRF24L01 IC2		
19	PB5 (SCK)		
20	AVcc		

Tabla 1.Atmegat 328 Maestro.

Su programación estará documentada dentro de los anexos en un archivo adjunto llamado anexosDMI\_RFBGsm.

### 3.4.2. Diseño electrónico plataforma de comunicación.

La plataforma integra una pantalla LCD - para la visualización de la variable monitoreada, la plataforma también cuenta con el acondicionamiento necesario para transmitir los datos al dispositivo móvil y poder monitorear la variable en cualquier instante de tiempo de forma remota.

A continuación se describen los elementos que conforman la plataforma de comunicación.

Modulo Radio Frecuencia NRF 2401 modo Reseptor :

Arduino MEGA microprocesador

Modulo Pantalla LCD

Modulo Bluetooth HC-05:

Modulo Gsm sin 800l:

Sistemas de alimentación

El módulo de RF NRF 2401 permite establecer un red de comunicación con el dispositivo de medición inalámbrica. Arduino Mega cuenta con los pines necesarios para la conexión de todos los elementos que conforman la plataforma. El módulo LCD es la primer elemento presentador para que nos permitirá visualizar la variable grados centigrados

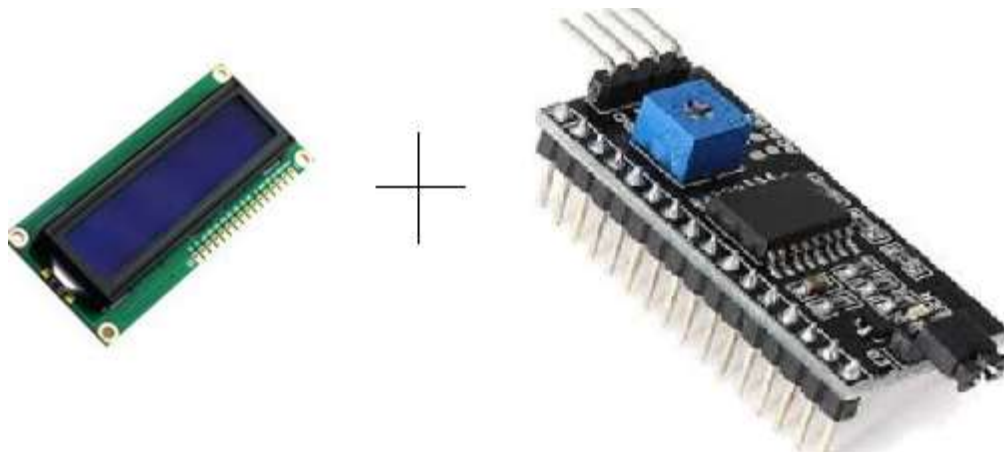


Figura 14. Modulo Pantalla LCD + Acoplador

Se muestra un esquema de los elementos que integran la plataforma, y que permite transmitir la variable censada hacia el dispositivo móvil, esta plataforma permite plantar una red de comunicación inalámbrica utilizando el protocolo bluetooth y la red de comunicación telefónica

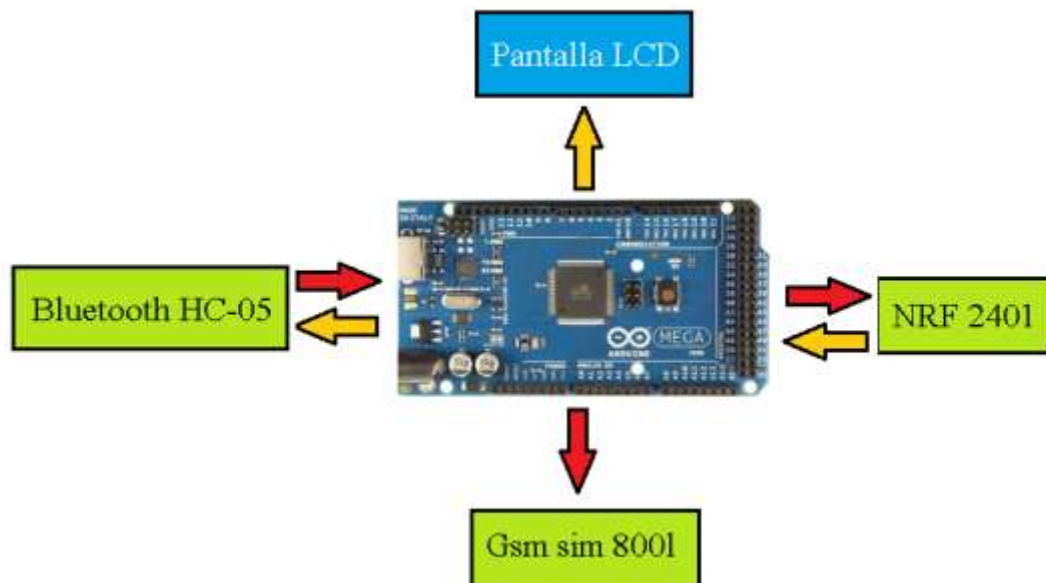


Figura 15. Esquemas de componentes inalámbricos con interfaz visual.

#### 3.4.2.1. Sistema de alimentación.

El sistema de alimentación está diseñado para alimentar el Arduino MEGA, el modulo bluetooth y el módulo gsm., la pantalla lcd y módulo NRF 2401 se encuentra alimentados por lo pines de la tarjeta Arduino.





Figura 16. Fuente de poder  
Switchheada 120-12 V  
20Amh,



Figura 17. Módulo  
AMS1117 12V -3.3V



Figura 18. Adaptador 9v -  
1000 mA

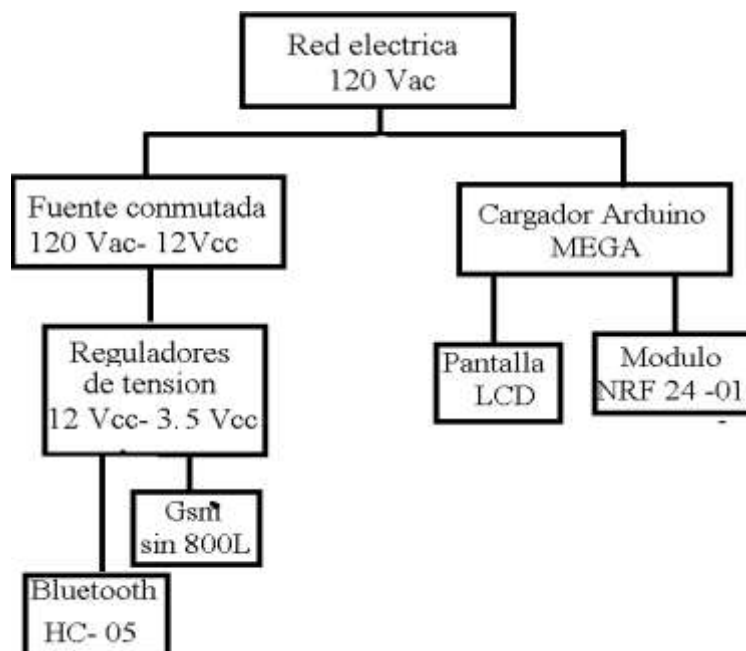


Figura 19. Esquema Red de alimentación plataforma de comunicación.

Se presenta la conexión de pines Arduino Mega 2560 en la siguiente tablas

Arduino Mega 2560			
Pin	Descripción	Pin	Descripción
9	Pin análogo. Conexión CE NRF24L01 IC2	50	Pin digital. Conexión MISO NRF24L01 IC2
10	Pin análogo. Conexión TXD GSM IC2	51	Pin digital. Conexión MOSI NRF24L01 IC2
11	Pin análogo. Conexión RXD GSM IC2	52	Pin digital. Conexión SCK NRF24L01 IC2
TX0→1	Pin para comunicación Bluetooth HC-05 IC2	53	Pin digital. Conexión CSN NRF24L01 IC2
RX0←0	Pin para comunicación Bluetooth IC2	3,3 V	Conexión para NRF24L01
20 SDA	Pin para comunicación Acoplador Expander Display LCD IC2	5 V	Conexión Acoplador Expander Display LCD
21SCL	Pin para comunicación Acoplador Expander Display LCD IC2	GND	Conexión GND para NRF24L01
		GND	Conexión GND para Acoplador Expander Display LCD

Tabla 2 Arduino mega 2560 Maestro.

Su programación estará documentada dentro de los anexos en un archivo adjunto llamado anexos DMI\_RFBGsm.

### 3.5. Diseño lógico de comunicación general

Además de la unificación de todos los elementos, se integran dos tipos de comunicación. Teniendo en cuenta como se relacionan los dispositivos en cada etapa se ilustra los diagramas de flujo. En la arquitectura de red maestro- esclavo que comprende el sistema de monitoreo. Para control y comunicación del sistema.

#### 3. 5.1. Comunicación I2C Arduino Atmega maestro – esclavo.

#### 3. 5.2. Comunicación serial Mega – dispositivo móvil.

- Comunicación puerto serie, para comunicar el Arduino Mega con el alto nivel (dispositivo móvil )

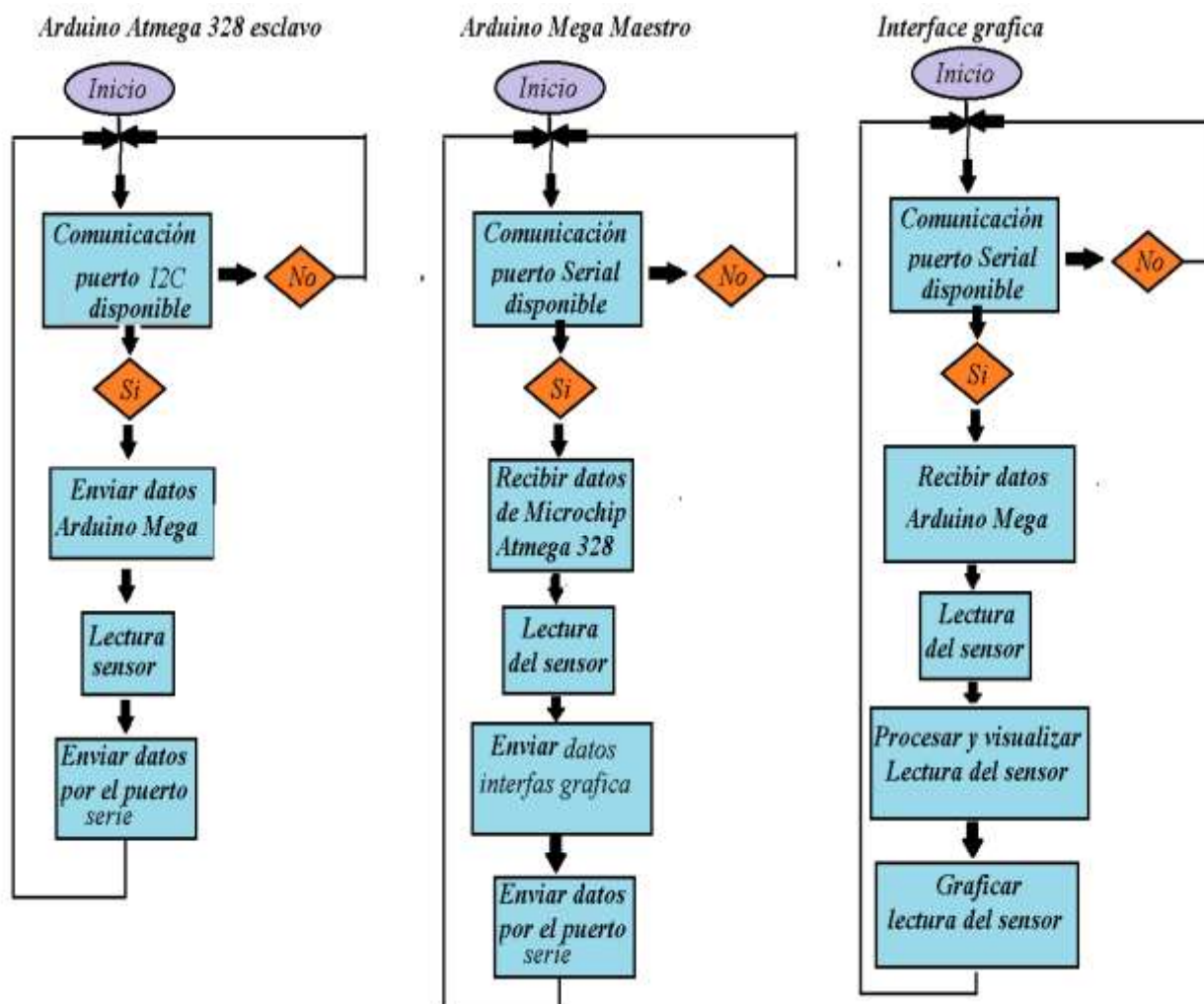


Figura 20. Diagrama de flujo de comunicación “DMI RFBGsm” general.

### 3. 6.. Diseño y construcción Aplicación Android.

La aplicación permite observar la variable de forma remota y tiempo real, esta aplicación está desarrollada bajo el software App Inventor que es un entorno desarrollado por google labs para la elaboración de aplicaciones destinadas al sistema operativo Android, app inventor permite construir la interfaces graficas en el anexo se encuentra la configuración el manual de la aplicación para configurarla con el modulo Bluetooth HC -05

La plataforma de App Inventor esta compuestas por dos bloques de diseño:

- Interfaz grafica
- Programación

#### 3. 6.1. Interfaz gráfica app inventor

Aca podremos ajustar el aspecto vizual, contiene una paleta para diseño desde los bloques de comunicación , barras de ajsutes de texto, imágenes y arquitectura geometrica para su total diseño, ver imagen 21.



Figura 21. Interfaz web gráfica.

### 3.6.2. Interfaz de programación app inventor

Este bloque permite desarrollar la programación necesaria para comunicar el sistema bluetooth del dispositivo con la plataforma. A través de la aplicación Android.

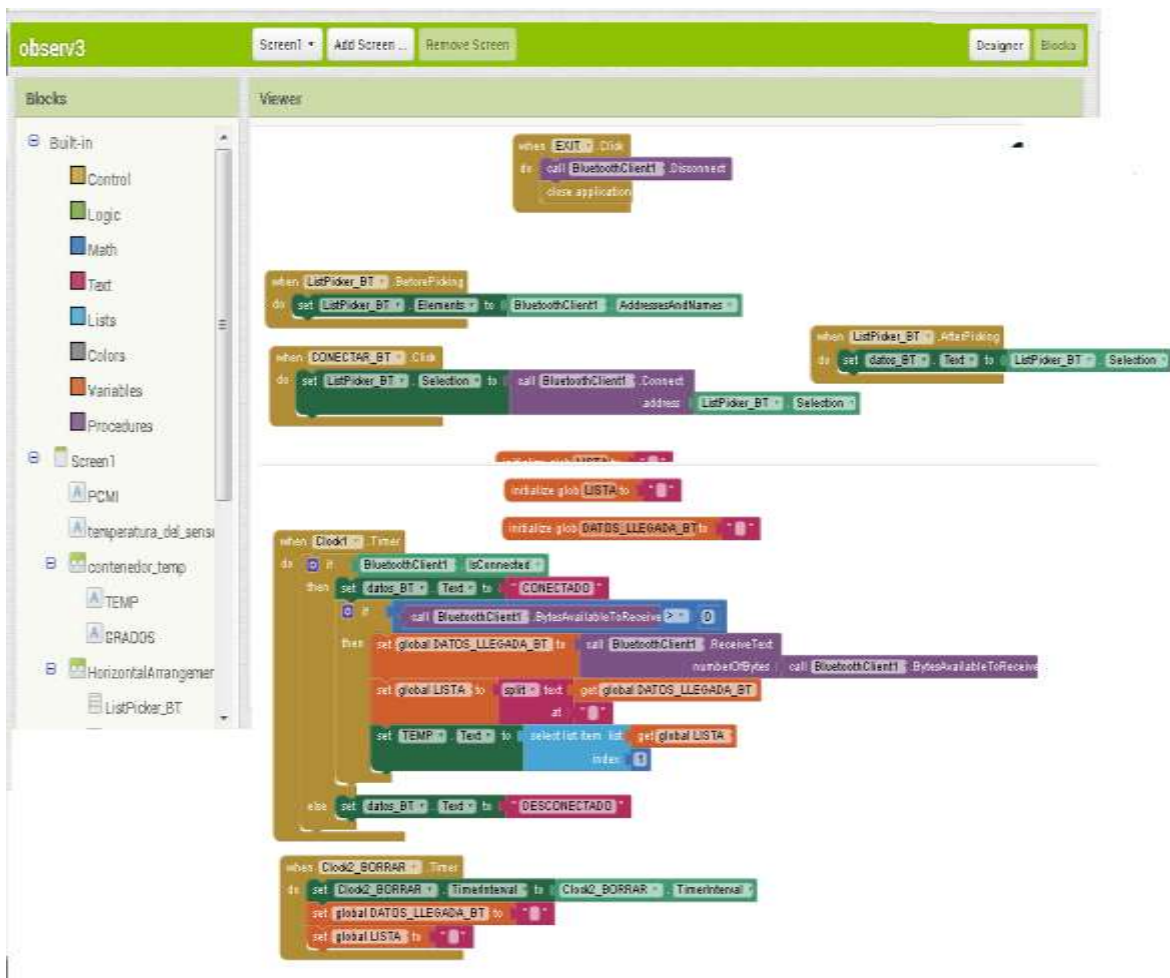


Figura 22.. Interfaz web de programación.

Su programación estará documentada dentro de los anexos en un archivo adjunto llamado anexosDMI\_RFBGsm.

Fuente Disponible en Web:

<<http://appinventor.mit.edu/explore/front.html>> Finalmente se muestra un esquema general del sistema de comunicación de sistema inalámbrico “DMI RFB Gsm”

## Capítulo IV. RESULTADOS.

Finalmente se muestra el prototipo de cada elemento que conforma el sistema de comunicación inalámbrica para el monitoreo de variables en entornos industriales con dispositivos móviles.

Dispositivo I Censa y transmite los datos de la variable temperatura. .



Figura 21. Dispositivo de medición inalámbrica



Dispositivo II. Plataforma para comunicación entre el dispositivo 1 y el dispositivo móvil.

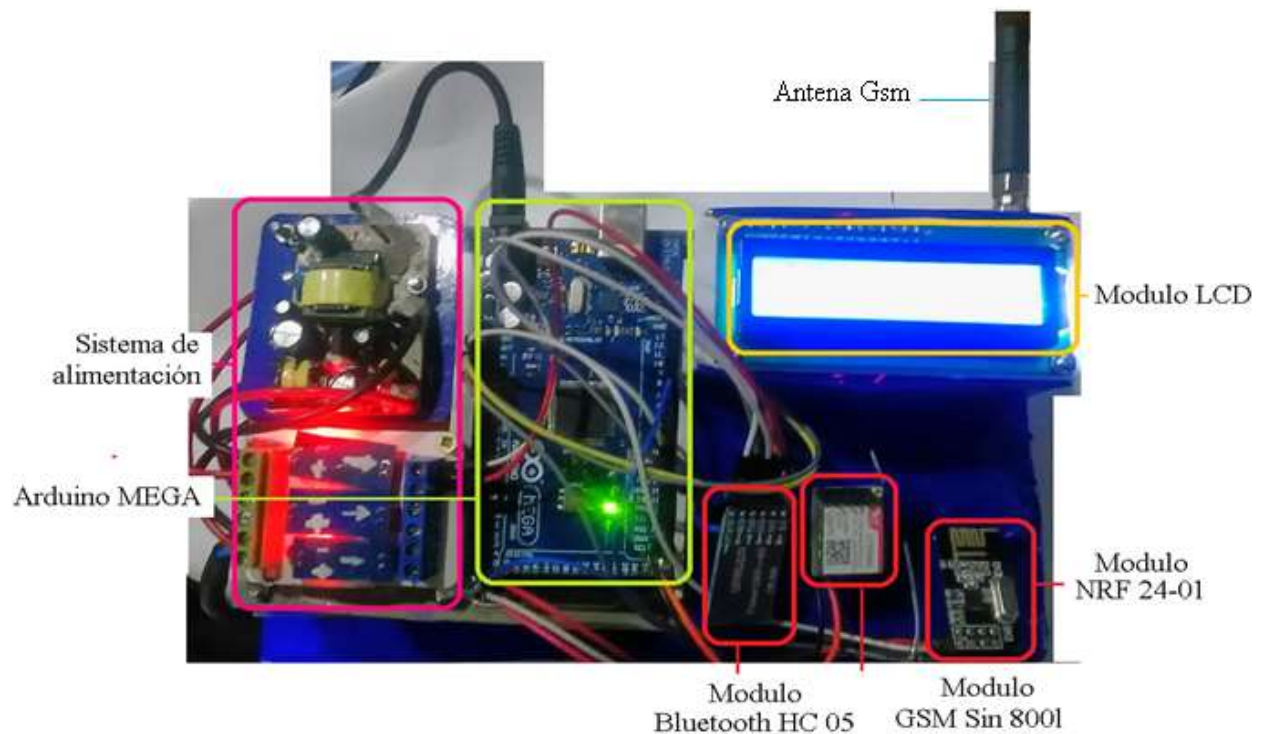


Figura 22. Plataforma de comunicación. Aplicación Android PCMi



Figura.23 App PCMi “wireless monitoring communication platform”

## Red de comunicación inalámbrica DMI. RFBGsm

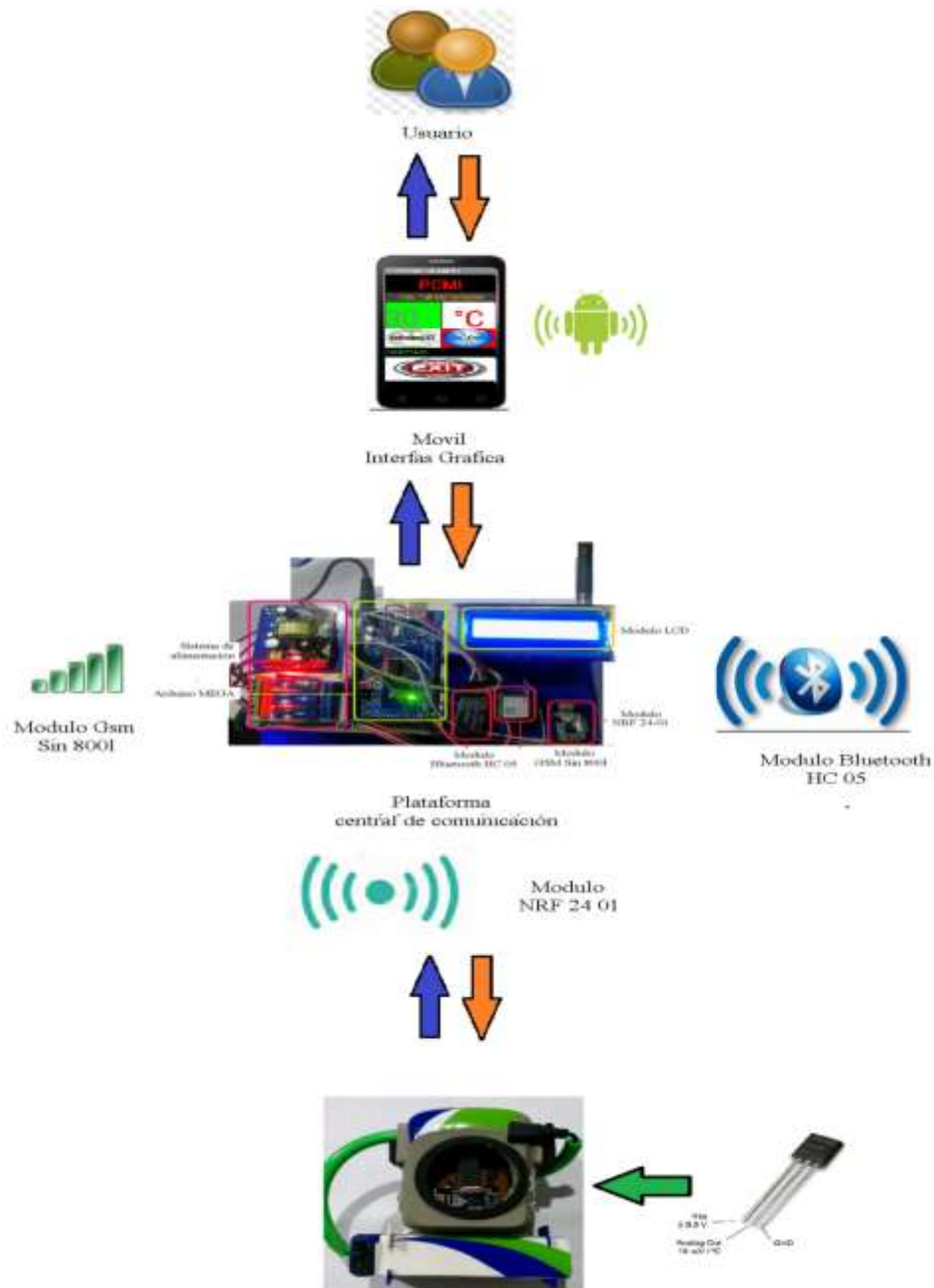


Figura 24. Esquema general de comunicación



En los anexos se encontrara imágenes de pruebas al dispositivo al variar la temperatura del sensor con un encendedor. Produciendo así un cambio en la temperatura . DMI RFBGms

## Capítulo V. CONCLUSIONES.

Este proyecto contribuye al desarrollo de nuevos sistemas de monitoreo que implementan redes de comunicación inalámbricas para la transmisión de forma remota y en tiempo real. Este dispositivo se puede considerar como una herramienta útil y de fácil acceso para el sector industrial debido al bajo costo económico de implementación.

Uno de los aspectos de mayor consideración que nos deja el desarrollo de este sistema es el de poder implementar redes de comunicación privada para el monitorear variables en ambientes industrial por medio de un dispositivo móvil.

Las redes inalámbricas privadas son de uso potencia industrial y se pueden usar para construir una base altamente confiable, segura, manejable y escalable que cumpla con el rendimiento y la capacidad requeridos para una o varias aplicaciones. Ninguna tecnología inalámbrica puede cumplir todos los requisitos para los clientes en todos los entornos. Por lo tanto, ofrecer una tecnologías de red: comunicaciones inalámbricas punto a punto / punto a multipunto, malla de banda estrecha y celular, que pueden mezclarse y combinarse para construir redes inalámbricas de banda ancha optimizadas para cada situación en áreas urbanas, áreas suburbanas y rurales. Los productos inalámbricos pueden coexistir y la administración se agrega mediante una plataforma de gestión de red de clase empresarial, que proporciona una amplia visibilidad de la red y simplifica operaciones y solución de problemas.

El desarrollo del dispositivo demuestra que este proyecto puede ser útil para otros estudios basados en arquitecturas de comunicación inalámbrica para uso de redes de área local.

Este proyecto permite la integración de las diversas tecnologías de comunicación que pueden ser direccionadas al manejo de redes inalámbricas de comunicación de área de personal. Sin efecto este sistema aporta y abre un preámbulo de las diferentes aplicaciones posibles que pueden integrar una red de comunicación.

Hoy en día el sector industrial se encuentra en una era de modernización donde la innovación de nuevas tecnologías máquinas que soportan comunicación y transferencia de datos de manera fiable e inalámbrica se implementa en gran medida utilizando dispositivos móviles que cuentan con una variedad de aplicación y protocolos de comunicación permitiendo conectarse a diversas redes de comunicación y acoplarse con otros

dispositivos, actualmente el mercado de comunicaciones inalámbricas ha tenido un enorme crecimiento en la última década.

## Capítulo VI. ANEXOS.

6.1. Diagrama esquemático de conexión del ATMEGA 308 con el transmisor y demás elementos.

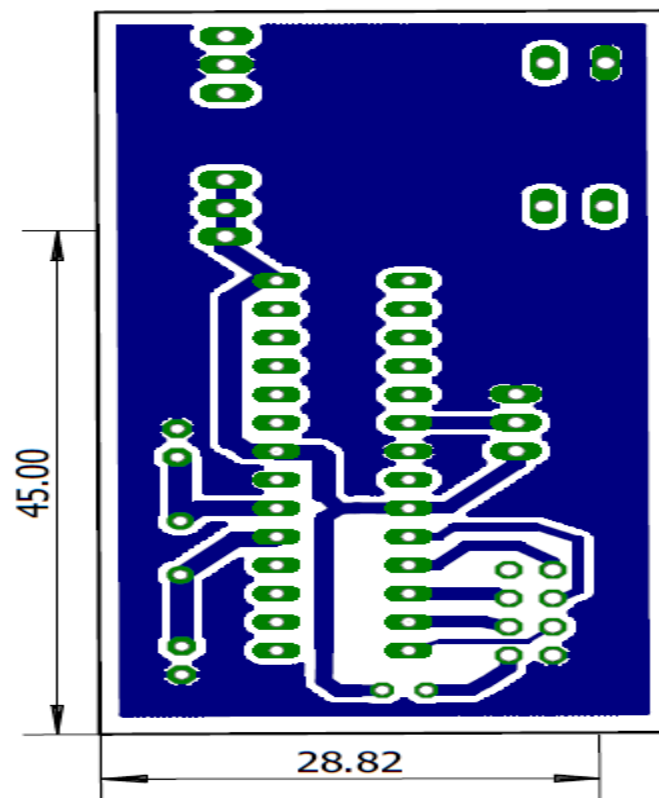


Figura 25. PBC Dispositivo 1

### 6.2. Códigos de programación Arduino

#### 6.2.1. Código de programación para dispositivo de medición inalámbrica

```

#include <nRF24L01.h> // librerias
#include <RF24.h> // librerias
#include <RF24_config.h> // librerias
#include <SPI.h> // librerias

const int sensor=A0;// entrada del sensor
long miliVolts;//variable de memoria
int temperatura;//variable de memoria
int msg[1] ; // variable a transmitir
RF24 radio(9,10); // Creamos un objeto radio del tipo RF24
const uint64_t pipe = 0xE8E8F0F0E1LL; // Usamos este canal

void setup()
{

  Serial.begin(9600); // iniciamos la comunicacion serial
  radio.begin();
  radio.openWritingPipe(pipe);
}

void loop()
{
  miliVolts = (analogRead(sensor) * 5000L) / 1023;// variables long mayor memoria
  calculo de los mV en la entrada
  temperatura = miliVolts / 10;// calculo de temperatura
  msg[0] = temperatura;
  radio.write(msg, 1);

  Serial.print(temperatura);
  Serial.println(" grados");// realiza una palabra y da el espacio para el empalme con el dato
  espacio
  Serial.println(temperatura);
  delay(100);// espera de monitor para volver a tomar la señal y no saturar el monitor
}

```

### 6.2.2. Código de programación plataforma de comunicación.

```

#include <nRF24L01.h>// librerias
#include <RF24.h>// librerias
#include <RF24_config.h>// librerias
#include <SPI.h>// librerias
#include <LiquidCrystal_I2C.h>// librerias
#include <Wire.h>// librerias
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16,2);// librerias

```

```

// se inicia comunicacion entre maestro esclavo Con Atmega 308p  modulos NRF 2401.
int msg[1];
int lastmsg;
RF24 radio(9,53);//10); // declaramo los pines para comunicacion maestro esclavo.
const uint64_t pipe = 0xE8E8F0F0E1LL; // red privada de comunicaci3n.
// Comunicacion red telefonica modulo gsm
int segundo=0,sec,act=0,i=0;
#include <SoftwareSerial.h> // Incluimos la libreria SoftwareSerial
SoftwareSerial mySerial(10, 11);//Declaramos los pines RX(10) y TX(11) que vamos a usar

void setup(void)
{
  Serial.begin(9600); // Iniciamos comunicaci3n serie
  radio.begin();
  radio.openReadingPipe(1,pipe);
  radio.startListening();
  // comunicacion Lcd
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  lcd.setCursor(10,0);
  lcd.print("grados");
  // comunicaci3n Modulo Gsm
  mySerial.begin(9600); // Iniciamos una segunda comunicacion serie
  delay(1000); // Pausa de 1 segundo
  EnviaSMS(); // Llamada a la funci3n que envia el SMS
  pinMode (8, INPUT);
}

void loop(void)
{
  // Serial.println(radio.read(msg,1));
  if (radio.available()){
    int done = radio.read(msg, 1);
    lastmsg = msg[0];
    int lastmsg = msg[0];
    Serial.println(lastmsg);
    //sprintf(buffer, "%d", lastmsg);
    //Serial.println(buffer);

    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print(lastmsg);

    sec=(millis()/1000);
    //if (segundo!=sec){segundo=sec;Serial.println(segundo);if
    (segundo==60*(i+1)){i=i+1;Serial.println("minuto");} }
  }
}

```

```

if (segundo!=sec){segundo=sec;if (segundo==3600*(i+1)){i=i+1;EnviaSMS();}}
if (mySerial.available()){      // Si la comunicacion SoftwareSerial tiene datos
Serial.write(mySerial.read());  // Los sacamos por la comunicacion serie normal
}

if (Serial.available()){        // Si la comunicacion serie normal tiene datos
while(Serial.available()) {    // y mientras tenga datos que mostrar
mySerial.write(Serial.read()); // Los sacamos por la comunicacion SoftwareSerial
}
mySerial.println();            // Enviamos un fin de linea
}
if (msg[0]>=50){EnviaSMS();}
}}
void EnviaSMS()
{
mySerial.println("AT+CMGF=1"); // Activamos la funcion de envio de SMS
delay(100);                    // Pequeña pausa
mySerial.println("AT+CMGS=\"+573102977503\""); // Definimos el numero del
destinatario en formato internacional
delay(100);                    // Pequeña pausa
mySerial.print("Activo");       // Definimos el cuerpo del mensaje
delay(500);                    // Pequeña pausa
mySerial.print(char(26));       // Enviamos el equivalente a Control+Z
delay(100);                    // Pequeña pausa
mySerial.println(i);            // Enviamos un fin de linea
delay(100);                    // Pequeña pausa
mySerial.println("");           // Enviamos un fin de linea
delay(100);
act=0;
}

```

### 5.3. Aplicación Androi

#### 5.3.1. Código de programación. Android

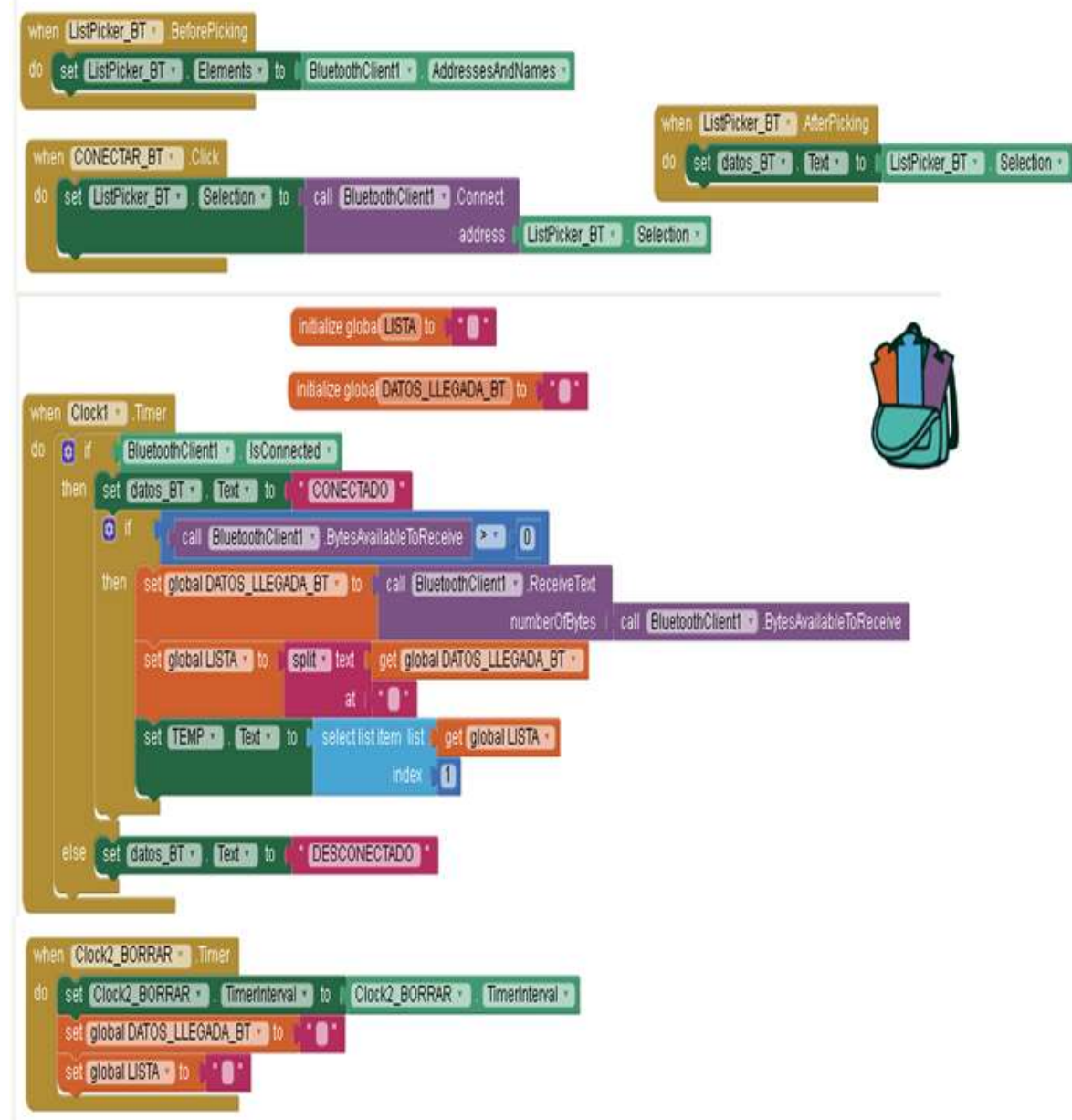


Figura 26. Código de programación. Android.

#### 6.4. Imágenes de pruebas sistema del monitoreo DMI RFBGms

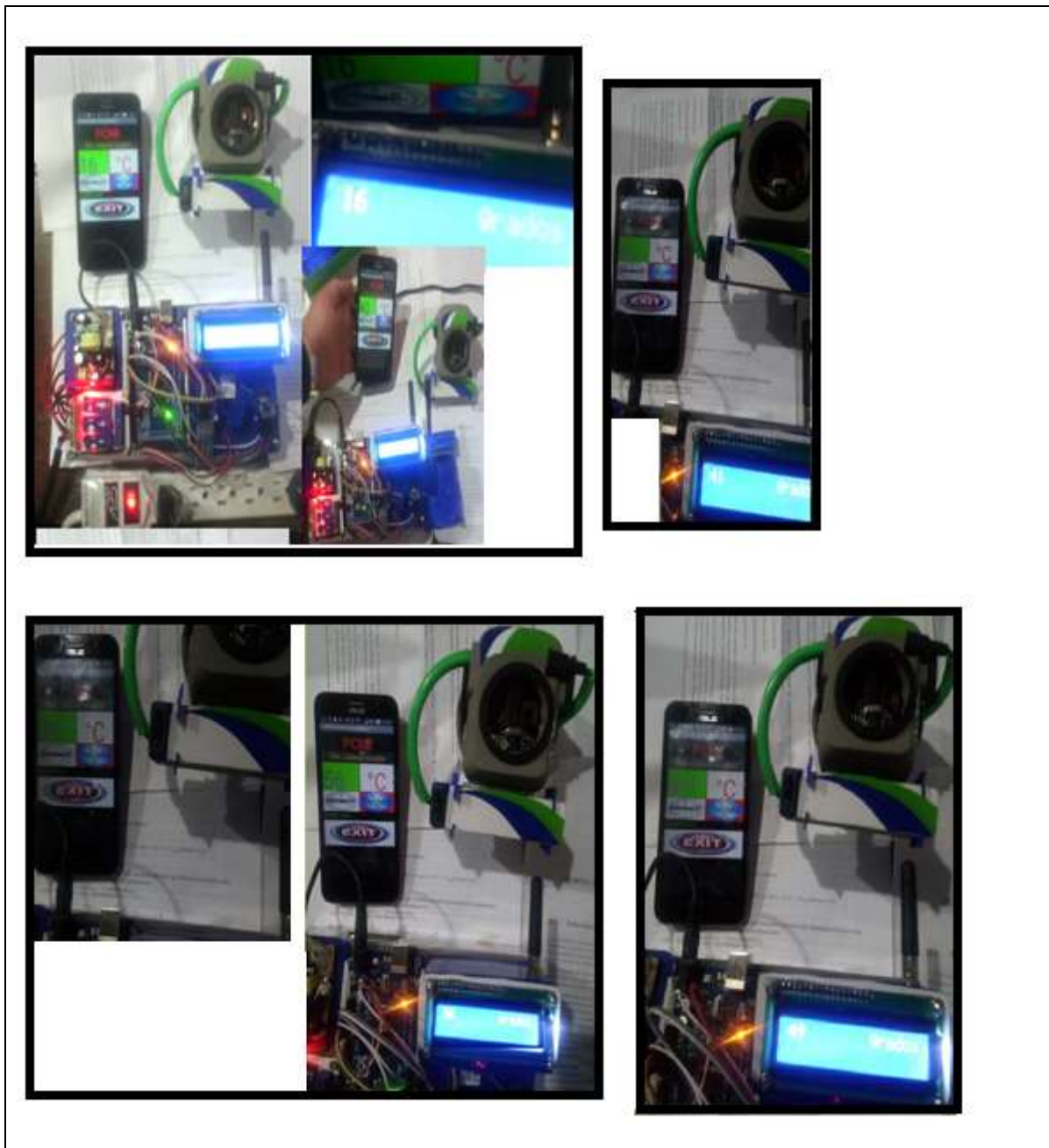






Figura 27. Imágenes de las pruebas al sistema del monitoreo DMI RFBGms.

## Capítulo VII.

## BIBLIOGRAFÍA.

- [1]. M. Zerra; M Esteve; C.E. Palau; J.C. Guerri; “Design and developemcnt of an industrial monitoring system using Windows NT as a real-time operating system” conference; Barcelona Spain 18-21/oct/1999
- [2]. Costin-Marius Grigorescu; Sorin-Aurel Moraru; Catalin Grama; “Industrial software monitoring system extension for mobile devices based on GlassFish and PhoneGap”; conference: Laso, Romania; 25-27 oct. 2012.
- [3]. Zhou J; Wang T; Ming W; Wang K, “Modeling of IEEE 802.11 wireless communication protocol” conference 2010 2nd International Conference on Computer Engineering and Technology, Chengdu, China 16-18 \4\2010.
- [4]. Salcedo G. A “Copper Pipelines for High Capacity Communication between Multiple WPAN, to Establish a User Environment Area Network at Home ” Conference Electronics, Robotics and Automotive Mechanics Conference (CERMA'06), Cuernavaca, mexico 26/29/9/2006.
- [5]. Liu P “Design of Wireless Communication Protocol for Home LAN” Conference Intelligent Ubiquitous Computing and Education, 2009 International Symposium on, Chengdu, China 15-16/5/2009.
- [6]. R. Kyusakon; J. Eliasson; J. Delsing; J.V. Deventer; J. Gustafsson “Integration of Wireless Sensor and Actuator Nodes With IT Infrastructure Using Service-Oriented Architecture” ; IEEE Transactions on Industrial Informatics ( Volume: 9, Issue:) 1,/02/2013
- [7]. Vilem S Jr; Zdenek M; Vilem S; “Wireless Communication for Mobile Robotics and Industrial Embedded Devices” Networks, 2009. ICN '09. Eighth International Conference on, Gosier, Guadeloupe 1-6/04/ 2009
- [8] C.E. Weitzel; “RF power devices for wireless communications ”; Microwave Symposium Digest, 2002 IEEE MTT-S International; 2-7 /0/2002
- [9]. Jiancun Z ; Tao W; Ming W; Ke W “Modeling of IEEE 802.11 wireless communication protocol ”: 2010 2nd International Conference on Computer Engineering and Technology ; Chengdu, China 16-18/ 04/ 2010.

- [10]. Junbiao L; Jianzhong W; Fang D; Peng Jiang; “Wireless Communication System Design for Remote Monitoring ” Dalian, China 21-23/ 0 /2006
- [11]. Pianta M; Tonello A. M. “RF architecture for wireless sensor network coverage improvement” 2015 IEEE 5th International Conference on Consumer Electronics - Berlin (ICCE-Berlin); 6-9 /09/ 2015 Berlin, Germany
- [12]. W. Tomasi, ” Electronic Communications Systems” Fundamentals Through Advanced, Pearson Education, Inc DeVry Institute of Technology Phoenix, Arizona. Fourth Edition. 2003 Arizona .
- [13] . Kouche A ; Hassanein H ; Obaia, “Monitoring the reliability of industrial equipment using wireless sensor networks”; 2012 8th International Wireless Communications and Mobile Computing Conference (IWCMC) , 27-31/ 08/2012 Limassol, Cyprus.
- [14]. M. Zerra; M. Esteve; C. E. Palau; J. C. Guerri; “Design and development of an industrial monitoring system using Windows NT as a real-time operating system”;Emerging Technologies and Factory Automation, 1999. Proceedings. ETFA '99. 1999 7th IEEE International Conference on ; / /1999 ; 18-21/10/1999 Barcelona, Spain.
- [15]. Wanqiang Q ; Chunbin G; Xiumin Y ; Zhenting C “ of the detecting device of braking system based on wireless communication”; 2012 International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering ;21/!0/2012 Sanya,China
- [16]. Mehdi N S ; Mohammad H M ; Walid S ; Hossein ; Amirhosein S ; Amirreza H; “Collaborative Real-Time Content Download Application for Wireless Device-to-Device Communications”< GLOBECOM 2017 - 2017 IEEE Global Communications Conference; 4-8 /12/ 2017 Singapore, Singapore.
- [17]. Kashif Nisar; A; Asri A; Ibrahim L.W; Abzetdin A; M. Jamal D “Smart home for elderly living using Wireless Sensor Networks and an Android application” 2016 IEEE 10th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT) ;12-14/10/2016; Baku, Azerbaijan.